

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 76 03053**

(54) Procédé de soudure du verre à lui-même.

(51) Classification internationale (Int. Cl.<sup>2</sup>). C 03 C 27/08.

(22) Date de dépôt ..... 4 février 1976, à 15 h 14 mn.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande ..... B.O.P.I. — «Listes» n. 35 du 2-9-1977.

(71) Déposant : LOUIS Raymond Marie René Georges, résidant en France.

(72) Invention de :

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Boettcher, 23, rue La Boétie, 75008 Paris.

L'invention a pour objet un procédé de soudure du verre à lui-même ou, autrement dit, d'une pièce quelconque en verre à une autre pièce quelconque également en verre.

On sait déjà, et depuis longtemps, souder le verre à lui-même. Cette opération est nécessaire quand on confec-  
5 tionne des articles en verre ayant des formes compliquées ou des dimensions importantes ; elle est nécessaire aussi quand on veut inclure dans le verre des pièces métalliques. Jusqu'à présent, selon la méthode connue de soudure du verre, on élève la tempéra-  
10 ture de ce dernier jusqu'à la température voulue en le chauffant directement à l'aide d'une flamme. Quelles que soient les précautions prises pour ne produire qu'un échauffement aussi limité qu'il est nécessaire, par exemple en se servant de plusieurs brûleurs rapprochés ne donnant chacun qu'une petite flamme, on ne peut pas  
15 éviter que le volume du verre chauffé soit beaucoup plus important que le volume strictement utile à la réalisation de la soudure souhaitée. Le principal inconvénient de cette méthode est que le volume du verre qui tend à couler est important ; seule une main-d'oeuvre très entraînée est capable de faire tenir sensiblement  
20 en place un tel volume de verre en fusion en exploitant judicieusement la pesanteur, les forces dues à la capillarité et les valeurs différentes de la viscosité du verre plus ou moins chauffé.

L'invention a pour but principal d'apporter un procédé de soudure du verre à lui-même grâce auquel le volume du  
25 verre porté à la fusion est limité pratiquement au seul volume strictement nécessaire à l'exécution de la soudure.

Un autre but de l'invention est d'apporter un procédé de soudure du verre avec lequel non seulement le volume du verre chauffé est restreint mais, en plus, la durée du chauff-  
30 fage est limitée dans le temps, en ce sens que la soudure se fait presque d'elle-même dès que le volume nécessaire de verre a atteint un état suffisant de ramollissement, ce qui facilite l'exécution de la soudure par une main-d'oeuvre peu entraînée ou par des moyens automatiques.

35 Selon l'invention, pour souder l'une à l'autre deux pièces en verre, on effectue le chauffage du verre dans les zones à souder indirectement par l'intermédiaire d'une pièce métallique mise en contact avec le verre à l'endroit même ou au proche voisinage des zones à souder.

On choisit un métal connu en soi susceptible d'être échauffé par un moyen auquel le verre est insensible, tel qu'un courant induit à haute fréquence. De préférence, selon un mode de mise en oeuvre du procédé de l'invention, on entoure la  
5 pièce métallique, dans la zone de la soudure, d'une spire parcourue par un courant à haute fréquence. Le métal s'échauffe dans une région localisée, à l'endroit même de sa partie mise en contact avec le verre et il échauffe à son tour ce dernier. On peut dire que, dans une certaine mesure, le verre est chauffé par  
10 l'intérieur ou au sein même de la zone où se fait la soudure.

En pratique, le procédé de l'invention est utilisable selon plusieurs aspects entre lesquels on peut choisir en fonction des circonstances et du résultat final recherché, ainsi qu'on le fera comprendre plus loin.

15 Il est entendu que l'invention concerne le procédé défini plus haut, toutes pièces de verre qui ont été réunies par soudure grâce à la mise en oeuvre de ce procédé ainsi que des éléments matériels permettant l'application de ce dernier.

Pour mieux faire apprécier l'invention, on  
20 donnera maintenant, uniquement à titre d'exemple, une description de la réalisation de plusieurs soudures selon divers aspects du procédé.

On se reportera au dessin annexé dans lequel :

- la figure 1 est une vue en coupe montrant  
25 les extrémités en verre de deux tubes prêtes à être soudées conformément à l'invention selon un premier aspect de celle-ci,

- la figure 2 est une vue en coupe montrant les extrémités de deux tubes en verre prêtes à être soudées conformément à l'invention selon un deuxième aspect de celle-ci,

30 - la figure 3 est une vue en coupe montrant deux pièces en verre prêtes à être soudées selon le deuxième aspect de l'invention,

- la figure 4 est une vue en coupe et en perspective montrant un cas réel d'utilisation du procédé de l'invention illustré par la figure 1,  
35

- la figure 5 est une vue en coupe de deux tubes en verre, soudés comme le montre la figure 2,

- la figure 6 est une vue en coupe montrant une variante d'utilisation du procédé de l'invention,

- la figure 7 est une vue en coupe montrant l'emploi combiné de deux aspects du procédé de l'invention,

5 - la figure 8 est une vue en coupe montrant une variante de mise en oeuvre du premier aspect de l'invention,

- les figures 9, 10, 11 et 12 sont des vues en coupe de pièces en verre disposées pour être soudées selon un troisième aspect de l'invention.

10 Les divers aspects de l'invention se rapportent à la façon de réaliser un contact convenable entre les zones des pièces en verre à souder entre elles et une pièce métallique couplée avec une spire de chauffage par haute fréquence.

Selon un premier aspect de l'invention illustré par la figure 1, quand on veut souder l'un à l'autre deux anneaux en verre, respectivement 1 et 2, sans les chauffer directement au moyen d'une flamme, on les met en contact avec une pièce métallique en les soudant d'abord l'un et l'autre à une extrémité de deux tubes métalliques 3, 4 respectivement. Quand ce travail préparatoire est terminé, chaque tube métallique 3, 4 a une partie extrême complètement prise dans l'anneau 1, 2, correspondant. Le tube 3, 4 pénètre en sens longitudinal dans l'anneau en verre 1, 2 sur la moitié environ de la longueur de ce dernier. Pour souder bout à bout les deux anneaux 1, 2, en verre, on les met en prolongement par leurs faces extrêmes en exerçant une légère pression, comme l'indique la figure 1, puis on place autour une ou deux spires 5 de chauffage à haute fréquence.

Quand on utilise une seule spire 5, on la place en face des zones à souder, comme elle est représentée en trait plein sur la figure 1, de façon qu'elle soit très proche des extrémités des tubes 3, 4 et de préférence qu'elle les recouvre.

Quand on utilise deux spires 5, on peut les mettre chacune en face de la partie extrême noyée dans le verre du tube 3, 4 correspondant. Cette seconde disposition a l'avantage de dégager la zone de la soudure et de laisser accessible le plan de joint des faces extrêmes des deux anneaux 1, 2. On montrera plus loin l'intérêt de cette disposition.

Pour fixer les idées, on précisera que l'on a réalisé une soudure comme sur la figure 1 entre deux anneaux 1,2 en verre ayant un diamètre extérieur de 40 mm, une épaisseur de paroi de 2 mm. Chaque tube 3, 4 était en alliage Fe Ni Co connu sous la marque KOVAR et avait une épaisseur de paroi de 0,5 mm. Chaque spire 5 était une boucle ouverte, en cuivre, ayant un diamètre intérieur de 44 mm. Chaque spire était creuse et était parcourue par de l'eau de refroidissement.

Selon un second aspect de l'invention illustré par les figures 2 et 3, le contact entre les zones à souder et la pièce métallique est réalisé de la façon suivante. Entre les zones à souder de deux pièces 1, 2 en verre, on interpose une pièce 6 en métal, de faible épaisseur. Cette pièce unique est mise en contact intime simultanément avec les deux pièces en verre quand elle est serrée entre les zones à souder comme on le voit sur les figures 2 et 3.

Sous l'effet que produit une spire 5 de chauffage à haute fréquence disposée extérieurement, autour de la pièce 6, cette dernière s'échauffe par suite du courant induit et elle échauffe à son tour, par conductibilité, les pièces en verre. Quand celles-ci comprennent au moins un tube 1 ou 2, il est nécessaire que la pièce 6 soit circulaire comme une bague à section annulaire ronde ou une rondelle à section annulaire rectangulaire. De toute façon, la largeur de la partie annulaire pleine doit être inférieure à l'épaisseur de la paroi du verre. Sous l'effet du chauffage, celui-ci arrive progressivement à la fusion, déborde de la rondelle par l'intérieur et par l'extérieur de celle-ci, et se soude. Après soudure, la pièce 6 est noyée dans le cordon de soudure (figure 5) et elle reste incluse dans le verre.

Il est évident que la forme géométrique de la pièce métallique 6 n'est pas imposée par l'invention. Elle est à fixer en fonction de la forme des pièces à souder. Par exemple, si l'on veut réunir bout à bout deux tiges pleines en verre, on pourrait employer comme pièce 6 un disque plein de diamètre plus petit que celui des tiges. Toutefois, l'échauffement est d'autant plus facile que cette pièce est une boucle fermée favorable à la circulation du courant.

On utilise avantageusement un tore réalisé à partir d'un fil refermé en boucle et soudé sur lui-même par ses extrémités.

L'épaisseur du tore, de l'anneau ou de la rondelle 6 peut varier dans une gamme assez large, par exemple de 2/100 à 5/10 mm environ. Quand elle a une épaisseur de plusieurs dixièmes de millimètre, la pièce métallique 6 qui reste incluse dans le cordon de soudure introduit dans ce dernier une hétérogénéité que l'on ne peut pas négliger. Il est alors nécessaire d'utiliser un alliage dont le coefficient de dilatation est compatible avec celui du verre soudé.

En revanche, quand la rondelle 6 est très mince, sa présence dans le cordon de soudure n'est pas gênante même quand elle est en métal non compatible avec le verre. Par exemple, on a pu souder ensemble, et obtenir un assemblage solide, des tubes en verre dit Pyrex dont le coefficient de dilatation est de  $32 \times 10^{-7}$  par degré de 0 à 300°C à l'aide d'une rondelle ayant une épaisseur de 2/100 mm en acier inoxydable 18/8 dont le coefficient de dilatation est de  $180 \times 10^{-7}$  par degré de 0 à 300°C. En raison de sa très faible importance, une telle rondelle incluse dans le verre n'a pas d'effet gênant malgré la différence considérable des coefficients de dilatation. Ceci est un avantage important du procédé de l'invention.

Les deux aspects que l'on vient de décrire de la mise en oeuvre du procédé de l'invention conduisent à un troisième aspect qui apporte d'autres avantages intéressants.

Selon le procédé, au moins une pièce métallique doit être mise en contact avec le verre à l'endroit même des zones à souder ou à proximité de cet endroit. Le second aspect de l'invention satisfait à la première condition puisque la rondelle 6 est en contact direct avec les deux faces à souder tandis que le premier aspect de l'invention satisfait à la seconde condition puisque l'extrémité noyée dans un anneau 1 en verre d'un tube métallique 3 est en retrait par rapport à la face extrême libre à souder de cet anneau.

Toutefois, il n'est pas utile, au strict point de vue du chauffage de la zone à souder, que la pièce métallique 3 ou 4 se prolonge au-delà de l'anneau 1 ou 2 en verre.

Selon un troisième aspect de l'invention, on peut souder ensemble deux pièces en verre en mettant en contact avec une au moins des zones à souder un élément intermédiaire en

verre, peu épais, contenant une pièce métallique incluse. Cette possibilité est illustrée par la figure 9.

Entre deux pièces tubulaires 1 et 2 en verre, de même section droite et superposées, on serre un anneau 60 en  
5 verre qui contient une rondelle métallique 6 incluse. On place une spire 5 de chauffage à haute fréquence autour de l'anneau 60 et la soudure des deux pièces 1, 2 se produit. La rondelle 6 chauffe jusqu'à sa fusion l'anneau 60 qui fait fondre à son tour les zones à souder des pièces 1, 2. L'épaisseur de l'anneau 60  
10 doit rester assez faible pour que la chaleur se communique assez vite aux parties extrêmes des pièces 1, 2 ; elle peut être de plusieurs millimètres, celle de la rondelle 6 étant de plusieurs dixièmes de millimètres.

Pour obtenir un anneau 60 dans lequel est  
15 incluse une rondelle 6 s'étendant dans un plan transversal, on peut procéder de la façon suivante. On soude ensemble deux tubes en verre 1 et 2 à l'aide d'une rondelle 6, comme on l'a expliqué à propos de la figure 2, pour obtenir un unique tube que montre la figure 5. On tronçonne ce tube dans deux plans transversaux 91,  
20 92, de part et d'autre de la rondelle 6, comme indiqué par des traits mixtes et on obtient un anneau 60.

On décrira plus loin d'autres exemples d'emploi des anneaux 60. Dans certaines circonstances, il est souhaitable que la pièce métallique 6 insérée dans ces derniers s'étende  
25 en sens longitudinal plutôt qu'en sens transversal. On obtient un tel anneau 60 de la façon suivante (figure 7). Après avoir soudé un anneau en verre 1 à la partie extrême d'un tube métallique 3, on sectionne celui-ci en 93 juste à la limite du verre. A la place du tube 3, on soude un autre tube en verre (représenté  
30 en trait mixte) à l'aide d'une spire à haute fréquence et on sectionne ce tube en 94. On obtient alors un élément 60 en verre dans lequel est incluse une petite douille métallique.

On décrira maintenant plusieurs exemples pratiques d'utilisation du procédé de l'invention selon ses  
35 trois aspects.

On se reportera d'abord à la figure 4 qui correspond à la figure 1. Les pièces en verre 1, 2 sont pourvues des tubes métalliques 3, 4 et la soudure doit être exécutée avec

deux spires 5 (non représentées) placées de part et d'autre du plan de joint de sorte que celui-ci est dégagé de toute entrave.

Sur la figure 4, les pièces 1 et 2 sont écartées exagérément pour laisser voir que l'on a disposé dans le plan de joint, entre les faces extrêmes des pièces en verre, un grand nombre de tiges radiales individuelles 7 espacées les unes des autres. Avant l'exécution de la soudure, on maintient ces tiges 7 en position en les serrant entre deux mâchoires 8 (dont une seule est représentée pour la clarté du dessin). Ces mâchoires s'étendent en sens longitudinal à l'intérieur des tubes métalliques 3, 4 et des anneaux en verre 1, 2. Elles sont poussées l'une contre l'autre, en sens axial. On peut les fabriquer en métal conducteur de la chaleur tel que le cuivre.

L'une des mâchoires 8 peut présenter sur sa face extrême une série de rainures radiales servant de logements aux tiges 7 pour que celles-ci soient correctement espacées. Par exemple, avec des anneaux en verre 1, 2 ayant un diamètre intérieur de 36 mm environ, on peut disposer 100 tiges radiales 7 espacées les unes des autres en métal qui peut être à la fois compatible avec le verre et conducteur de l'électricité. Ces tiges peuvent avoir un diamètre extérieur de l'ordre de 0,4 mm et elles sont séparées les unes des autres par un intervalle. Quand on presse les deux anneaux en verre 1, 2 sur l'ensemble des tiges radiales 7 et que l'on alimente les spires 5 de chauffage à haute fréquence, le verre chauffé par les tubes métalliques 3, 4, fond localement, déborde autour des tiges 7 auxquelles il se soude et se soude à lui-même dans les intervalles.

On notera que les spires 5 n'ont pas d'action d'échauffement sur les tiges 7 parce que celles-ci sont rectilignes, non refermées sur elles-mêmes, et que leur section est trop faible pour qu'il s'y établisse un courant induit important. Ces tiges 7 ne peuvent être chauffées que par le verre mais, ainsi qu'on l'a déjà dit, le chauffage de ce dernier est strictement limité et il se fait "par l'intérieur" de sorte que l'on peut réaliser la soudure des deux anneaux 1, 2 sans avoir endommagé les tiges 7. Celles-ci sont alors tenues solidement et hermétiquement par le verre. Il est facile de comprendre que la méthode classique de soudure du verre par chauffage à l'aide d'une flamme



ne permet pas d'arriver à ce résultat car les tiges 7 seraient endommagées par la flamme ; elles pourraient être partiellement ou totalement fondues. Il est même possible avec le procédé de l'invention que les tiges 7 ou certaines d'entre elles soient  
5 creuses et soient utilisables, après soudure du verre, à travers ce dernier, comme tubes d'aspiration ou d'insufflation.

Les 100 tiges 7 constituent 50 paires de conducteurs électriques qui peuvent servir à brancher, à l'intérieur d'une enveloppe parfaitement étanche comprenant les anneaux  
10 en verre 1, 2, 50 cellules photo-électriques. Ces dernières, ayant chacune une surface de 1 mm<sup>2</sup> composent une mosaïque sensible comme on en trouve par exemple, dans les tubes spéciaux pour la vision ou la photographie en infra-rouge. Jusqu'à présent, dans les tubes connus de ce genre, les connexions des cellules sensibles de la  
15 mosaïque se font par des fils disposés longitudinalement et soudés à l'aide d'une flamme. Dans cet exemple, le procédé de l'invention apporte un progrès important. La disposition radiale des conducteurs 7 diminue considérablement l'encombrement et les défauts de fabrication sont pratiquement éliminés, outre que la  
20 nécessité d'une main-d'oeuvre très entraînée n'est plus obligatoire pour l'exécution de la soudure.

Dans les tubes électroniques que l'on vient d'évoquer, il n'est pas toujours admissible que la partie en verre soit réduite aux deux anneaux 1, 2 soudés ensemble et tenant les  
25 tiges radiales 7. Il peut être nécessaire que l'ensemble du tube soit en verre.

Dans ce cas, on peut employer le procédé de l'invention, en apportant une variante à son premier aspect, comme le montre la figure 8. Sur celle-ci, on a représenté un tube en  
30 verre 11, placé verticalement, sur lequel est posée une bague 12 en verre. Des tiges transversales 7 sont placées entre le tube 11 et la bague 12 ; elles sont tenues en position par des mâchoires (non représentées). On a dessiné le tube 11 et la bague 12 séparées par un écartement pour mieux laisser voir les tiges 7. En  
35 fait celles-ci sont serrées entre les deux pièces en verre sous l'effet de la pression d'un tube métallique 3 qui est appliqué contre la bague 12 en verre. Une spire 5 de chauffage par haute fréquence entoure l'extrémité du tube métallique 3. La fusion et

la soudure du verre se font comme on l'a expliqué plus haut en référence à la figure 4. Cette variante montre qu'il n'est pas toujours nécessaire que la bague 12 en verre soit préalablement soudée au tube métallique 3.

5 On peut aussi appliquer le procédé de l'invention selon son second aspect. En exécutant sur le tube soudé de la figure 5 l'une ou l'autre des coupes indiquées par les plans 91 et 92, on obtient deux tubes 10 (figure 6) qui ont chacun, à une extrémité, une rondelle incluse 6. En les pressant bout à bout par  
10 ces extrémités, on peut les souder l'un à l'autre à l'aide de deux spires de chauffage 5. Celles-ci sont placées respectivement de façon à entourer chacune une rondelle 6 de sorte que le plan de joint est dégagé. On peut donc faire tenir entre les faces extrêmes des éléments métalliques tels que des tiges, des fils ou des  
15 tubes minces disposés radialement comme sur la figure 4.

Il est possible aussi, dans certaines circonstances, de combiner les deux aspects de l'invention et de les utiliser simultanément. C'est ce que montre la figure 7 où un anneau en verre 1 soudé à l'extrémité d'un tube métallique 3  
20 (comme sur la figure 1) est prêt à être soudé à un tube 10 ayant un renflement extrême contenant une rondelle métallique 6 (comme sur la figure 6). Des tiges transversales 7 peuvent être prises dans le verre soudé, comme expliqué précédemment.

Quand les tiges 7 ou certaines d'entre elles ont,  
25 pour les besoins de leur utilisation ultérieure, une section importante, elles risquent d'avoir un effet gênant de refroidissement défavorable à la soudure du verre, on peut alors les réunir deux à deux par leurs extrémités en boucles fermées pour que la spire de haute fréquence provoque directement leur échauffement.

30 Les figures 10, 11, 12 illustrent des exemples d'utilisation d'éléments en verre 60 contenant une pièce métallique incluse 6. Selon le genre de soudure à faire on choisit un élément 60 contenant une pièce métallique 6 disposée principalement en sens transversal ou principalement en sens longitudinal, ainsi  
35 qu'on l'a expliqué en détail précédemment.

Les éléments en verre 60 de l'invention sont d'une grande facilité d'emploi. Il est beaucoup plus facile de les manipuler, de les mettre en place, de les faire tenir au proche voisinage des zones à souder que des rondelles métalliques minces. Grâce à eux, il est possible de faire exécuter par une main-d'oeuvre non spécialement qualifiée ou par des moyens automatiques des soudures très difficiles nécessitant jusqu'à présent l'intervention d'une main-d'oeuvre très entraînée.

Sur la figure 10, deux tubes en verre 11, 12 sont disposés coaxialement avec leurs faces extrêmes mises dans un même plan, à une extrémité. Le tube 11 contient le tube 12 avec un intervalle dans lequel on fait tenir par des moyens non représentés des éléments métalliques 7 tels que des fils conducteurs électriques disposés en sens longitudinal entre les tubes en verre 11 et 12. On place les éléments en verre 60 constitués dans ce cas par des anneaux 60 contenant des rondelles métalliques 6, sur chacun des tubes 11, 12, de part et d'autre des éléments métalliques 7. On dispose une spire 5 de chauffage à haute fréquence concentriquement aux anneaux 60. L'échauffement des rondelles 6 fait fondre ces derniers ainsi que la partie extrême des tubes en verre 11, 12. Le verre en fusion coule de sorte que ces tubes se soudent l'un à l'autre et que les conducteurs électriques 7 sont emprisonnés solidement et hermétiquement dans la soudure.

On a dit plus haut que la spire 5 à haute fréquence doit entourer le plus près possible la région de la soudure. Ceci est exact quand on souhaite parvenir au meilleur rendement possible dans le transfert d'énergie qui a lieu par le couplage de cette spire 5 avec la ou les rondelles 6. Cependant, la spire 5 peut agir à distance avec un moins bon couplage et un moins bon rendement mais avec un transfert d'énergie suffisant pour qu'on puisse provoquer la fusion du verre d'un anneau 60 éloigné de la spire 5 comme celui qui surmonte le tube intérieur 12. Comme le verre n'est pas chauffé directement par la spire 5, on peut faire fondre un anneau 60 placé à l'intérieur d'un tube en verre de plus grand diamètre. La figure 11 montre un exemple de ce que l'on vient de dire.

Deux tubes en verre 11, 12 de même diamètre sont superposés en prolongement en tenant entre eux un anneau en verre 60. Un troisième tube en verre 13 de plus petit diamètre et ayant une extrémité évasée est tenu à l'intérieur des tubes précédents  
5 avec son bord évasé très proche de la face interne de l'anneau 60. La pièce métallique 6 incluse dans celui-ci est, de préférence, allongée en sens longitudinal. Une spire 5 à haute fréquence entoure l'anneau 60. Elle fait fondre ce dernier ainsi que les parties extrêmes des tubes 11, 12. La compression du verre en  
10 fusion provoque un gonflement comme on l'a indiqué en trait mixte de sorte que la partie extrême du bord évasé est également chauffée par contact et amenée à la fusion.

Pour obtenir la certitude d'une meilleure soudure on peut poser sur la partie évasée du tube 13 un autre anneau 60  
15 représenté en trait mixte contenu avec un faible jeu dans le tube 12. Une autre spire 5 à haute fréquence également dessinée en trait mixte entoure l'anneau 60, à l'extérieur du tube. La fusion de ce second anneau 60 consolide la soudure du tube 13 aux tubes 11, 12.

20 Le procédé de l'invention rend possible l'exécution de soudures en verre dans une atmosphère contrôlée, à l'intérieur d'une enceinte contenant les pièces <sup>en verre</sup> à souder et la spire 5.

La figure 12 montre l'exemple d'un tube en verre  
25 11 de grand diamètre ayant une ouverture 14 traversée avec un faible jeu par un second tube en verre 12. Un anneau en verre 60 ayant une pièce métallique incluse 6 est placée autour du tube 12, contre la face extérieure du tube 11, et une spire 5 est mise autour de l'anneau 60. La fusion de ce dernier provoque par  
30 contact une fusion localisée des tubes 11, 12 et leur soudure.

On peut dire que, dans tous les exemples décrits, le verre est, en quelque sorte, chauffé de l'intérieur, de façon très localisée, à l'endroit même ou très près de l'endroit même des zones à souder. Il est tout à fait possible aussi, pour  
35 égaliser l'échauffement, par exemple dans le cas de la figure 10, de placer une spire supplémentaire 5 à l'intérieur de l'anneau 60 qui surmonte le tube intérieur 12. Le volume de verre porté à une température de fusion est peu supérieur à celui qui est nécessaire à l'exécution de la soudure. Par conséquent, il n'y a pas de

grande difficulté à empêcher l'écoulement intempestif du verre en fusion. La seule obligation à satisfaire est d'exercer la pression voulue pour que le verre se soude sans qu'il soit exagérément refoulé et sans qu'il donne naissance à un bourrelet excessif.

5. A cet effet, on peut employer des moyens élastiques tarés exerçant une force précise sur les pièces en verre et des butées judicieusement placées qui limitent le rapprochement de ces pièces quand le verre est en fusion. Bien entendu, dans certaines circonstances, il peut être opportun de faire tourner  
10 les pièces sur elles-mêmes, ainsi que le sait tout homme du métier, pour mieux répartir et égaliser le volume de verre fondu.

- Le procédé de l'invention est spécialement intéressant quand on l'emploie sous son deuxième aspect et que la pièce métallique 6 est un tore. En effet une telle pièce peut  
15 être obtenue aisément à partir d'un fil refermé en boucle et soudé par ses extrémités, en un métal approprié au verre à souder. Par exemple un fil de platine permet de réaliser sans difficulté un tore utilisable pour la soudure du verre dit Pyrex et un fil de tungstène permet la soudure du verre de quartz. Il serait  
20 très difficile et très onéreux de réaliser à partir de ces métaux des rondelles convenables ayant les dimensions voulues.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de soudure du verre à lui-même par échauffement jusqu'à la fusion des zones à souder ensemble par l'intermédiaire d'une pièce métallique en boucle fermée placée entre ces zones et  
5 échauffée par un moyen auquel le verre est insensible tel qu'un courant induit à haute fréquence, caractérisé en ce qu'on utilise une pièce métallique individuelle à l'état nu mise directement en contact avec les zones à souder.
2. Procédé de soudure du verre selon la revendication 1  
10 caractérisé en ce qu'on réalise le contact de l'une 1 ou de chaque zone 1, 2 à souder, en verre, par appui contre l'extrémité d'une pièce métallique 3, 4.
3. Procédé de soudure du verre selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'on réalise le contact de l'une 1 ou de  
15 chaque zone 1, 2 à souder, en verre, respectivement avec une pièce métallique correspondante 3, 4, en soudant préalablement cette pièce métallique 3, 4 à ladite zone en verre.
4. Procédé de soudure du verre selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'on réalise le contact des zones 1, 2 à souder,  
20 en verre, avec une même pièce métallique individuelle 6 en interposant celle-ci et en la serrant à l'état nu entre les zones à souder, cette pièce métallique 6 ayant une surface inférieure à la surface des zones 1, 2 en verre à souder entre elles.
5. Procédé de soudure du verre selon la revendication 4  
25 caractérisé en ce qu'on emploie comme pièce métallique une pièce telle qu'une bague, une rondelle, un tore, à l'état nu.
6. Procédé de soudure du verre selon la revendication 4 caractérisé en ce qu'on emploie une pièce métallique nue ayant une épaisseur de quelques centièmes de millimètre environ, en  
30 métal quelconque vis-à-vis du verre, approprié au chauffage à haute fréquence.
7. Procédé de soudure du verre selon la revendication 4 caractérisé en ce qu'on emploie une pièce métallique nue ayant une épaisseur de plusieurs dixièmes de millimètre, au moins, en  
35 alliage ayant un coefficient de dilatation compatible avec celui du verre, approprié au chauffage à haute fréquence.
8. Procédé de soudure du verre selon la revendication 3 caractérisé en ce qu'on place et on tient entre les zones 1, 2 à souder au moins un élément métallique 7 non susceptible d'être

échauffé par un courant à haute fréquence, ce ou ces éléments 7 s'étendant transversalement au cordon de soudure à réaliser et étant destinés à être immobilisés hermétiquement à travers les zones soudées 1, 2.

5           9. Procédé de soudure du verre à lui-même par l'intermédiaire d'une pièce métallique fermée sur elle-même, incluse dans un anneau en verre, chauffée par haute fréquence, l'anneau en verre étant serré entre les zones à souder de deux pièces en verre, caractérisé en ce que la pièce métallique incluse est une  
10 douille 6 s'étendant en sens longitudinal à l'intérieur de l'anneau en verre 60.

          10. Procédé de soudure de deux tubes en verre contenus l'un dans l'autre par une de leurs extrémités placées sensiblement dans un même plan transversal, caractérisé en ce qu'on dépose sur  
15 leurs faces extrêmes au moins un anneau 60 en verre contenant une pièce métallique 6 échauffable par haute fréquence.

          11. Procédé de soudure selon la revendication 10 caractérisé en ce qu'on dépose un anneau 60 en verre contenant une pièce  
métallique 6 sur chacune des deux faces extrêmes des tubes en  
20 verre 11, 12.

          12. Procédé de soudure de deux tubes en verre contenus l'un dans l'autre, l'un ayant une paroi transversale et l'autre traversant cette paroi par une ouverture appropriée, caractérisé en ce qu'on dispose autour du tube traversant 12 et à proximité  
25 d'une face de la paroi transversale de l'autre tube 11 un anneau 60 en verre contenant une pièce métallique 6 échauffable par haute fréquence.

          13. Procédé de soudure selon la revendication 11 utilisé pour la soudure par une de leurs extrémités de tubes en verre  
30 emboîtés caractérisé en ce qu'on place dans l'intervalle des zones à souder une multitude de tiges métalliques 7 tenues longitudinalement, espacées les unes des autres, qui constituent après soudure des conducteurs électriques traversant hermétiquement le verre soudé.

35           14. Procédé pour la soudure au moyen d'un anneau en verre contenant une pièce métallique échauffable par haute fréquence de deux tubes en verre mis en prolongement avec un tube intérieur ayant une extrémité évasée caractérisé en ce qu'on dispose la partie évasée du tube intérieur 13 sensiblement au niveau de

l'anneau 60 en verre serré entre les extrémités des deux tubes 11, 12 mis en prolongement.

15. Procédé de soudure selon la revendication 14 caractérisé en ce que l'anneau 60 en verre est conforme à la  
5 revendication 9.

16. Pièce en verre comprenant une partie soudée caractérisée en ce que la zone soudée a été réalisée par la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 15.

10 17. Pièce en verre comprenant une zone soudée qui tient hermétiquement au moins un élément métallique passant transversalement à travers le verre soudé caractérisée en ce que la zone soudée a été réalisée par la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 8, 13.

15 18. Procédé de fabrication d'un anneau en verre contenant une pièce métallique incluse, échauffable par haute fréquence, cet anneau permettant la mise en oeuvre du procédé de la revendication 9, caractérisé en ce qu'on soude ensemble deux tubes en verre à l'aide de cette pièce métallique initialement à l'état nu puis on  
20 tronçonne le tube en verre obtenu de part et d'autre de la zone de soudure.

19. Procédé de fabrication selon la revendication 18 caractérisé en ce qu'on soude d'abord un tube en verre à une partie extrême de la pièce métallique, on tronçonne celle-ci à  
25 la longueur désirée et on soude le deuxième tube en verre à l'autre partie extrême, puis on tronçonne les deux tubes en verre au-delà de la pièce métallique.



Fig.1

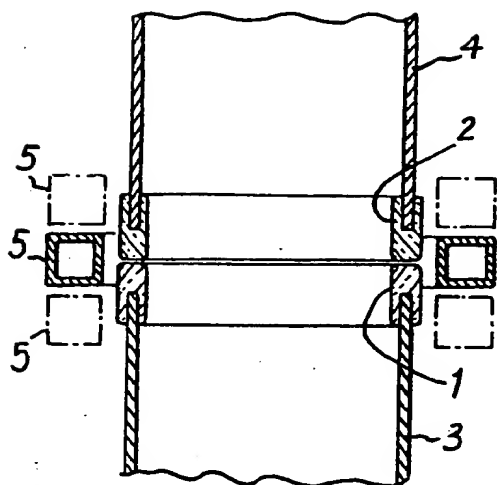


Fig.2

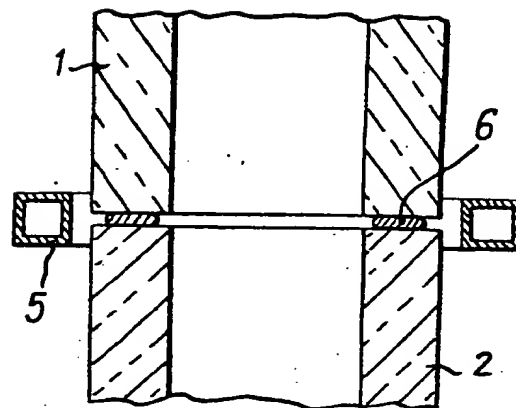


Fig.3

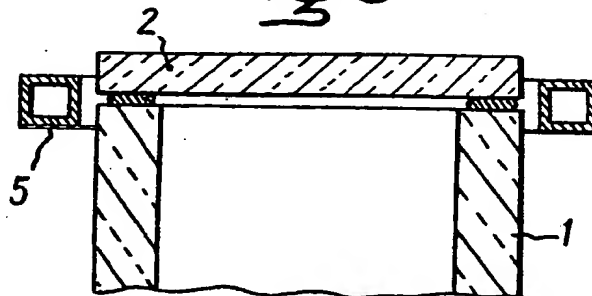


Fig.4

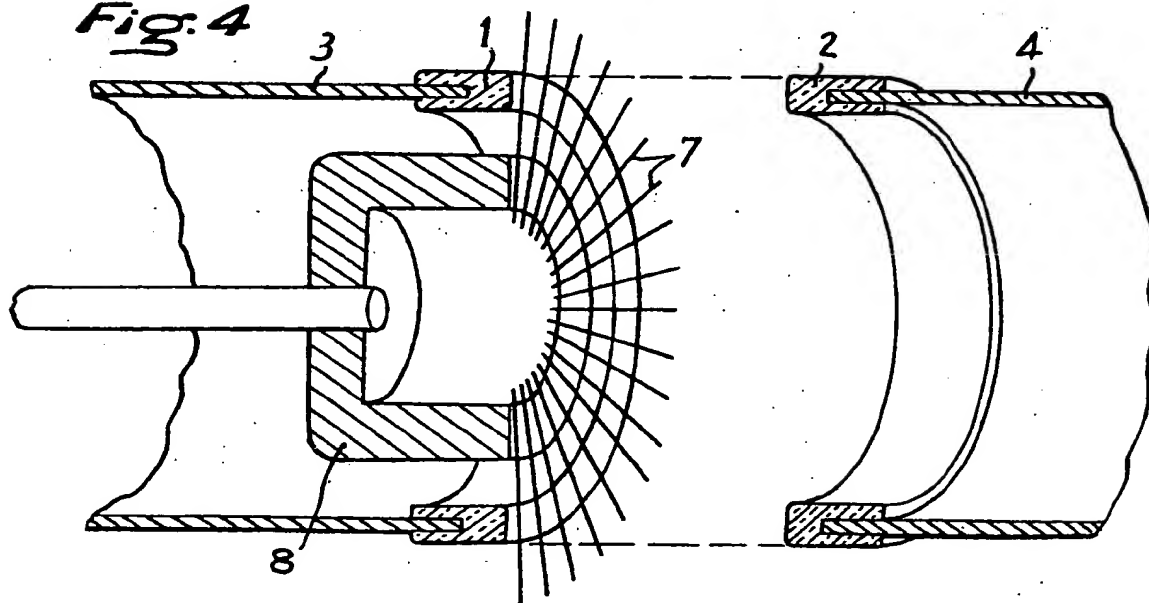


Fig.5

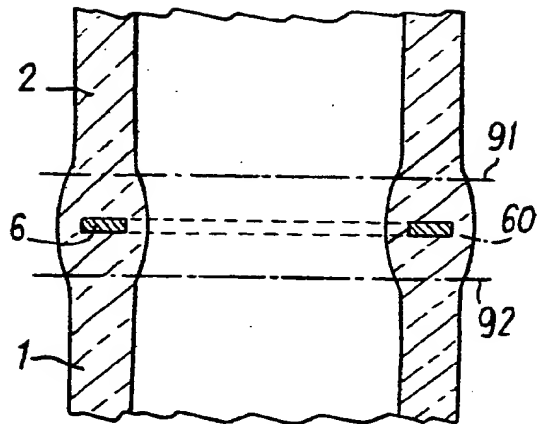


Fig.6

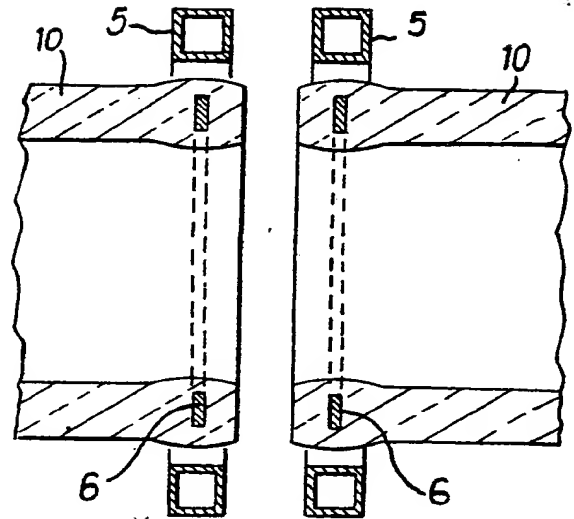


Fig.7

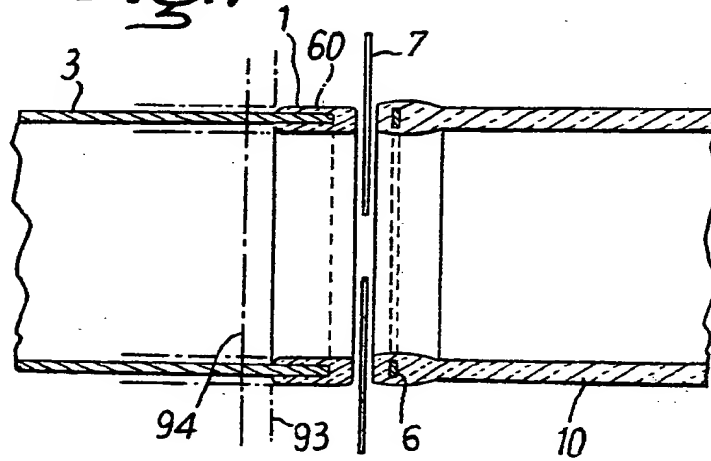


Fig.8

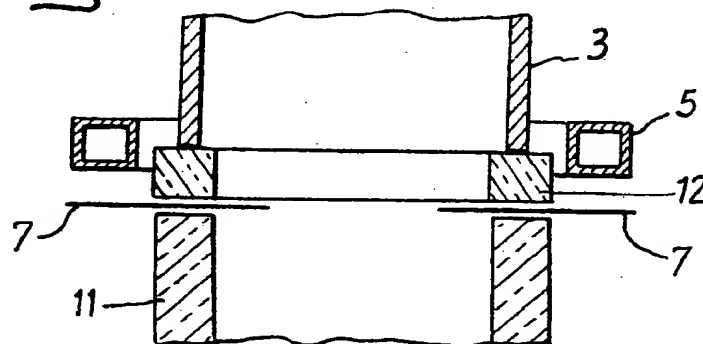


Fig. 9

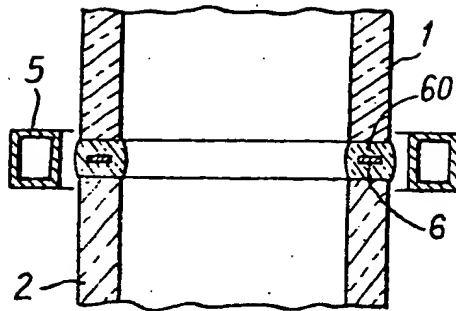


Fig. 10

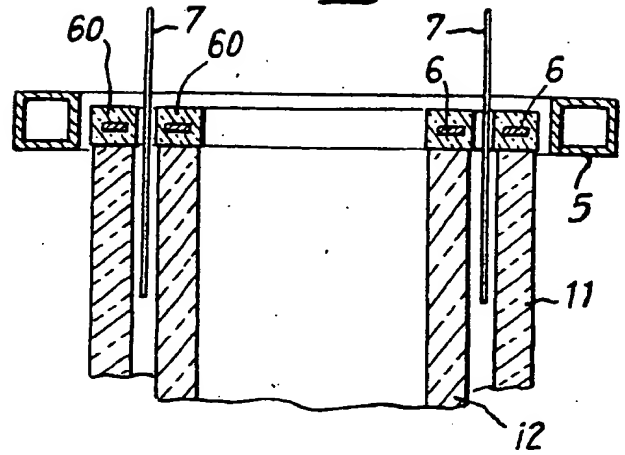


Fig. 11

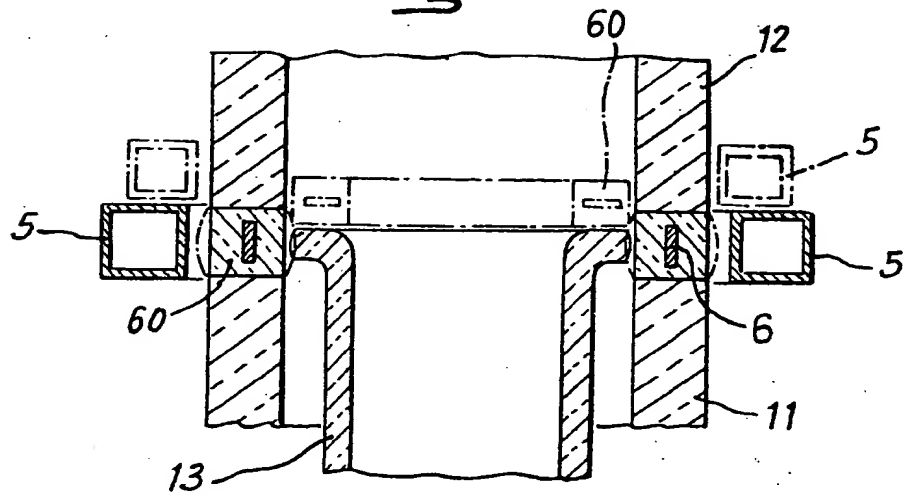
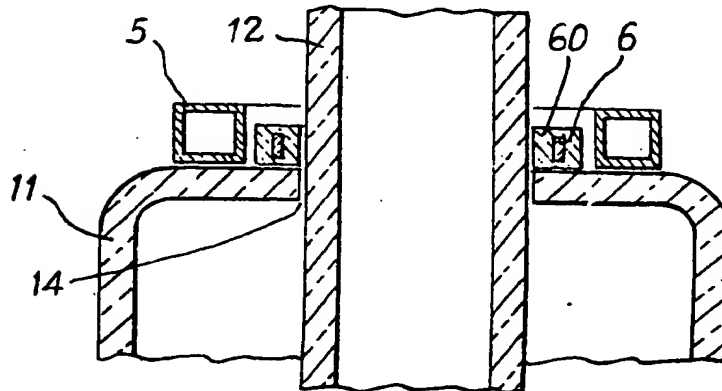


Fig. 12



THIS PAGE BLANK (USPTO)